

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-288733

(43)Date of publication of application : 10.10.2003

(51)Int.Cl.

G11B 7/135

(21)Application number : 2002-092031

(71)Applicant : ASAHI GLASS CO LTD

(22)Date of filing : 28.03.2002

(72)Inventor : OI YOSHIHARU

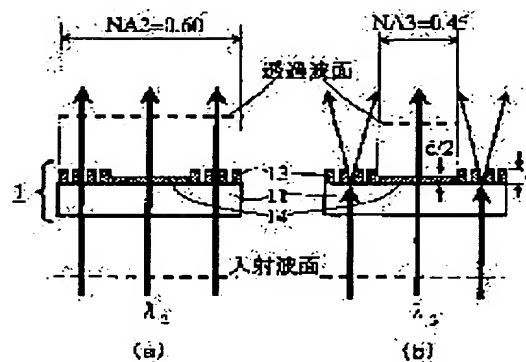
MURAKAWA SHINKO

## (54) APERTURE-LIMITING ELEMENT AND OPTICAL HEAD DEVICE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain an aperture-limiting element, in which the phase of the transmitted light in the element peripheral region where a grating is formed is made equal to that in the element central region where the grating is not formed, so that difference in the phase is not generated, even when the wavelength of the light transmitted by both regions is fluctuated, and to make an optical head device, having the element which is stable in recording/reproducing information.

**SOLUTION:** The aperture-limiting element 1 is obtained, in which the sectional shape of the grating 13 of the aperture-limiting element is of unevenness shape. The difference in the phase of the transmitted light between the projected part and the recessed part is an integral multiple of the wavelength  $\lambda_2$  of the incident light. The mean phase of the transmitted light of the projected and recessed parts match with the phase of the transmitted light, in the central region that is a phase adjustment layer 14. The aperture-limiting element 1 is loaded into the optical head device.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

17.03.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

BEST AVAILABLE COPY

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2003-288733  
(P2003-288733A)

(43)公開日 平成15年10月10日(2003. 10. 10)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-ト*(参考)
G 1 1 B	7/135	G 1 1 B 7/135	A 5 D 1 1 9
			Z 5 D 7 8 9

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願2002-92031(P2002-92031)

(22)出願日 平成14年3月28日(2002. 3. 28)

(71)出願人 000000044  
旭硝子株式会社  
東京都千代田区有楽町一丁目12番1号  
(72)発明者 大井 好晴  
福島県郡山市待池台1-8 郡山西部第二  
工業団地 旭硝子郡山電材株式会社内  
(72)発明者 村川 真弘  
福島県郡山市待池台1-8 郡山西部第二  
工業団地 旭硝子郡山電材株式会社内

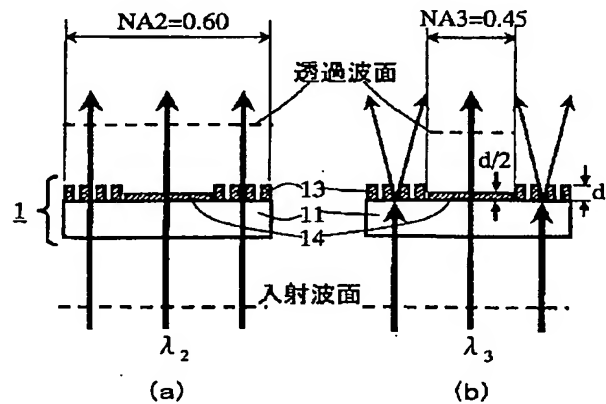
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 開口制限素子および光ヘッド装置

(57)【要約】

【課題】開口制限素子における透過光の位相が、回折格子が形成されている素子周辺領域と回折格子が形成されていない素子中心領域で、等しくなるようにして、両方の領域を透過する光の波長が変動しても位相差が発生しない開口制限素子を得て、光ヘッド装置にこの素子を搭載し情報の記録・再生において安定した装置とする。

【解決手段】開口制限素子1の回折格子13は断面形状が凹凸状で凹部と凸部との透過光の位相差が入射光の波長 $\lambda_2$ の整数倍であり、凹部と凸部のそれぞれの透過光の平均の位相と、位相調整層14である中心領域の透過光の位相とが揃っている開口制限素子1を得て、この開口制限素子1を光ヘッド装置に搭載する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】少なくとも波長  $\lambda_1$  および  $\lambda_2$  ( $\lambda_1 < \lambda_2$ ) の 2 つの光を出射する光源と、光源から出射された光を光記録媒体へ集光するための対物レンズと、対物レンズにより集光されて光記録媒体により反射された出射光を検出するための光検出と、光源と対物レンズとの間の光路中に配置されていて波長に応じて光の透過領域を制限する開口制御素子とを備えた光ヘッド装置において、

開口制御素子は、回折格子が形成された周辺領域と周辺領域に囲まれて回折格子が形成されていない中心領域とに分かれ、回折格子は断面形状が凹凸状で凹部と凸部との透過光の位相差が波長  $\lambda_1$  の整数倍であり、凹部と凸部のそれぞれの透過光の平均の位相と中心領域の透過光の位相とが揃っていることを特徴とする光ヘッド装置。

【請求項 2】波長  $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$  および  $\lambda_3$  ( $\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$ ) の 3 つの光を出射する光源と、光源から出射された光を光記録媒体へ集光するための対物レンズと、対物レンズにより集光されて光記録媒体により反射された出射光を検出するための光検出と、光源と対物レンズとの間の光路中に配置されていて波長に応じて光の透過領域を制限する開口制御素子とを備えた光ヘッド装置において、

開口制御素子は、その平面上の開口数  $NA_1$  の円形領域から開口数  $NA_2$  ( $NA_1 > NA_2$ ) の円形領域を差し引いて得られる円環領域に第 1 の回折格子が形成され、開口数  $NA_2$  の円形領域から開口数  $NA_3$  ( $NA_2 > NA_3$ ) の円形領域を差し引いて得られる円環領域に第 2 の回折格子が形成されており、

第 1 の回折格子は、その断面形状が凹凸状で凹部と凸部との透過光の位相差が入射光の偏光状態に依存しない光学的均質材料からなり、かつその位相差が波長  $\lambda_1$  の整数倍であり、

第 2 の回折格子は、その断面形状が凹凸状で凹部と凸部との透過光の位相差が入射光の偏光状態によって異なる複屈折材料からなり、かつその位相差が常光偏光に対しては実質的にゼロであり、異常光偏光に対しては波長  $\lambda_1$  の整数倍であることを特徴とする光ヘッド装置。

【請求項 3】前記 2 つの回折格子のそれぞれの平面パターンが、透過する光の光軸の周りに 2 回の回転対称性を有しない請求項 1 または 2 の光ヘッド装置。

【請求項 4】前記開口制御素子は位相板が一体化されている請求項 1、2 または 3 に記載の光ヘッド装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は開口制限素子および光ヘッド装置に関し、特に 2 種または 3 種の光記録媒体の情報の記録・再生に使用する光ヘッド装置に搭載する開口制限素子およびその光ヘッド装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】CD用の光記録媒体（以後、「光ディスク」という）の情報の記録・再生のために、光源として波長が 790 nm 帯の半導体レーザと NA（開口数）が 0.45 から 0.5 までの対物レンズ、および情報記録面保護用のカバー厚が 1.2 mm の光ディスクが使用される。一方、DVD用の光ディスクの情報の記録・再生には、光源として波長が 650 nm 帯の半導体レーザと NA が 0.6 から 0.65 までの対物レンズおよびカバー厚が 0.6 mm の光ディスクが使用される。さらに、記録情報量を増加させるため、光源として波長が 405 nm 帯の半導体レーザと NA が 0.85 の対物レンズおよびカバー厚が 0.1 mm の光ディスクが提案されている。以下、波長が 405 nm 帯の半導体レーザで使用する光ディスクを特に HD 用の光ディスクという。

【0003】CD用の光ディスク、DVD用の光ディスクおよび HD 用の光ディスクではカバー厚および使用波長が異なる。そのため、それぞれの光ディスクを互換的に使用する場合、いずれか一種の光ディスクに対して設計された対物レンズをこれとは異なる他の光ディスクに用いると大きな球面収差が発生し、情報の記録・再生ができない問題があった。

【0004】同一の対物レンズを用いて厚さの異なる例えば 2 種の光ディスクの情報の記録・再生を行う場合に、生じる球面収差を低減するために種々の方式が提案されている。その中で開口制限素子基板の周辺部に、一方の波長の光を直進透過し他方の波長の光を回折することにより NA を切り換える、波長選択性の回折格子が形成された開口制限素子が提案されている。

【0005】波長  $\lambda_2$  が 650 nm 帯の DVD 用の光を透過し、波長  $\lambda_1$  が 780 nm 帯の CD 用の光を回折する、従来の回折型の開口制限素子 30 の構造、および光束と波面の例を図 8（（a）周辺領域に対して中心領域の位相が進む構成の断面図、（b）周辺領域に対して中心領域の位相が遅れる構成の断面図）に示す。

【0006】透光性基板 11 であるガラス基板の表面で、DVD用の開口数  $NA_2 = 0.60$  の円形領域から CD 用の開口数  $NA_3 = 0.45$  の円形領域を差し引いて得られる円環領域に、断面が凹凸の回折格子で深さが  $d$ 、凹部と凸部の格子幅比が 1:1 で、その凹部と凸部との透過光の位相差が波長  $\lambda_1$  の 2 倍に相当する回折格子 13 が形成され、波長  $\lambda_1$  の入射光は直進透過し、波長  $\lambda_2$  の入射光は回折されて直進透過光成分は入射光に対して 30% 以下の開口制限素子となっている。

【0007】ここで、開口制限素子 30 の開口数  $NA_3 = 0.45$  の円形領域を、回折格子 13 の凹部と同じレベルに加工した図 8 の（a）の場合、回折格子の凸部と同じレベルに加工した図 8 の（b）の場合、波長  $\lambda_2$  の入射光に対していずれも中心領域と周辺領域の透過波面は波長  $\lambda_2$  に相当する位相差  $\phi = 2\pi$  が発生する。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】上記の開口制限素子において、DVD用の波長 $\lambda_1$ は、その光源である半導体レーザの個体差または温度変化に対して、最大 $\Delta = \pm 20 \text{ nm}$ 程度変動する。このとき、中心領域と周辺領域における透過光の位相差は $\phi = 2\pi \times \lambda_1 / (\lambda_1 + \Delta)$ となり、透過光が波長の整数倍でない位相差を有する。このため波面収差が発生し、対物レンズによる光ディスクの情報記録面への集光性が劣化する問題があった。

【0009】また、HD、DVDおよびCDの3種の光ディスクに対応した、3波長用の回折型の開口制限素子が存在しないため、単一の対物レンズを用いてこれら3種の光ディスクの情報の記録・再生は困難であった。

【0010】本発明は、上記の従来技術の欠点を解決し、光学特性に優れ、小型軽量化に適した光ヘッド装置を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は、少なくとも波長 $\lambda_1$ および $\lambda_2$  ( $\lambda_1 < \lambda_2$ ) の2つの光を出射する光源と、光源から出射された光を光記録媒体へ集光するための対物レンズと、対物レンズにより集光されて光記録媒体により反射された出射光を検出するための光検出と、光源と対物レンズとの間の光路中に配置されていて波長に応じて光の透過領域を制限する開口制御素子とを備えた光ヘッド装置において、開口制御素子は、回折格子が形成された周辺領域と周辺領域に囲まれて回折格子が形成されていない中心領域とに分かれ、回折格子は断面形状が凹凸状で凹部と凸部との透過光の位相差が波長 $\lambda_1$ の整数倍であり、凹部と凸部のそれぞれの透過光の平均の位相と中心領域の透過光の位相とが揃っていることを特徴とする光ヘッド装置を提供する。

【0012】また、波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ および $\lambda_3$  ( $\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$ ) の3つの光を出射する光源と、光源から出射された光を光記録媒体へ集光するための対物レンズと、対物レンズにより集光されて光記録媒体により反射された出射光を検出するための光検出と、光源と対物レンズとの間の光路中に配置されていて波長に応じて光の透過領域を制限する開口制御素子とを備えた光ヘッド装置において、開口制御素子は、その平面上の開口数 $NA_1$ の円形領域から開口数 $NA_2$  ( $NA_1 > NA_2$ ) の円形領域を差し引いて得られる円環領域に第1の回折格子が形成され、開口数 $NA_2$ の円形領域から開口数 $NA_3$  ( $NA_2 > NA_3$ ) の円形領域を差し引いて得られる円環領域に第2の回折格子が形成されており、第1の回折格子は、その断面形状が凹凸状で凹部と凸部との透過光の位相差が入射光の偏光状態に依存しない光学的均質材料からなり、かつその位相差が波長 $\lambda_1$ の整数倍であり、第2の回折格子は、その断面形状が凹凸状で凹部と凸部との透過光の位相差が入射光の偏光状態によって異なる複屈折材料からなり、かつその位相差が常光偏光に

対しては実質的にゼロであり、異常光偏光に対しては波長 $\lambda_1$ の整数倍であることを特徴とする光ヘッド装置を提供する。

【0013】

【発明の実施の形態】本発明の開口制限素子の第1の実施態様について説明する。第1の実施態様の開口制限素子は、少なくとも波長 $\lambda_1$ および $\lambda_2$  ( $\lambda_1 < \lambda_2$ ) の2つの光が透過し、回折格子が形成された周辺領域と周辺領域に囲まれて回折格子が形成されていない中心領域とに分かれている。

【0014】周辺領域の回折格子はその断面形状が凹凸状で凹部と凸部との透過光の位相差が波長 $\lambda_1$ の整数倍（ゼロを除く）である。ここで整数倍というのは整数値 $m$ からのずれが $\pm (6/m) \%$ 以内であればよい。さらに、凹部と凸部のそれぞれの透過光の平均の位相と中心領域の透過光の位相とが揃っている。すなわち、凹部と凸部とでは、透過光の位相は凹部と凸部の形状に応じて進んだり遅れたりしているが、このズレを平均化した位相と、回折格子のない中心領域の透過光の位相とが揃っている。この揃っている程度は、位相のずれが波長 $\lambda_1$ に対して $\pm 2 \%$ 以内であれば揃っていると見なしてよい。

【0015】このように構成することにより、波長 $\lambda_1$ の変動に対して透過波面の収差変動が発生しないという効果を生ずる。

【0016】第1の実施態様の開口制限素子の構造と、開口制限素子へ2種の波長の光が入射したときの光束と波面を図1 (a) 波長 $\lambda_1$ の光の入射、(b) 波長 $\lambda_2$ の光の入射) に、平面図を図2に示す。なお、ここでは波長 $\lambda_1$ を波長 $\lambda_1$ とし、波長 $\lambda_2$ を波長 $\lambda_2$ として説明する。

【0017】例えば、使用波長 $\lambda_1 = 650 \text{ nm}$ 帯でカバー厚 $0.6 \text{ mm}$ のDVD用の光ディスクに対して、良好な収差特性となるよう設計された開口数 $NA_1 = 0.60$ のDVD用対物レンズを得る。この対物レンズを、例えば、使用波長 $\lambda_2 = 780 \text{ nm}$ 帯でカバー厚 $1.2 \text{ mm}$ のCD用の光ディスクに開口数 $NA_2 = 0.45$ で用いるために、開口制限素子1を対物レンズと一体で用いる。

【0018】 $NA_2$ の円形領域から $NA_1$ の円形領域を差し引いて得られた円環領域（以下、 $NA_2$ と $NA_1$ による円環領域という）に、断面が凹凸の回折格子で格子深さが $d$ 、凹部と凸部の格子幅比が例えば $1:1$ の回折格子を透光性基板11上に形成する。回折格子の凹部と凸部との透過光の位相差が波長 $\lambda_1$ の整数倍、すなわち2倍、3倍またはそれ以上の倍率になっている。このように構成すると図1の(a)に示すように波長 $\lambda_1$ の入射光は直進透過し、図1の(b)に示すように波長 $\lambda_2$ の入射光は周辺領域で回折されて直進透過光成分は入射光に対して例えば30%以下の開口制限素子となっている。

【0019】さらに、開口制限素子における開口数 $NA_2$ の中心領域の透過光の位相が、周辺領域の回折格子13の凹部および凸部のそれぞれの透過光の平均の位相と揃うように、位相調整層14が形成されている。回折格子13の凸部の屈折率と位相調整層14の屈折率が等しい材料の場合、図1に示すように、位相調整層14の厚さを断面が凹凸の格子深さ $d$ の半分にすればよい。

【0020】このような位相調整層14を設けることにより、図1の(a)に示すように波長 $\lambda_2$ の入射光に対する中心領域と周辺領域との透過光の位相差 $\phi$ はゼロとなり、DVD用の波長 $\lambda_2$ の変動に対しても位相差は発生しない。

【0021】この開口制限素子1を搭載した本発明の光ヘッド装置の例を図3に示す。半導体レーザ3Bから出射された、例えば波長 $\lambda_1 = 650\text{nm}$ 帯の光の一部がビームスプリッタ7により反射され、合波プリズム6を透過し、コリメートレンズ4により平行光となって開口制限素子1に入射する。例えば、開口数 $NA_2 = 0.60$ に相当する光束が対物レンズ2によりDVD用の光ディスク5の情報記録面へ集光される。情報記録面で反射して信号を得た出射光は先程の経路を逆に進行し、一部がビームスプリッタ7を透過して光検出器8Bの受光面へ集光され、電気信号に変換される。

【0022】一方、半導体レーザ3Cから放射された、例えば波長 $\lambda_1 = 780\text{nm}$ の光は、その一部がホログラムビームスプリッタ9Cを透過し、合波プリズム6によって反射され、コリメートレンズ4により集光されて開口制限素子1に入射する。ここで、例えば開口数 $NA_1 = 0.45$ に相当する光束のみが直進透過して対物レンズ2によりCD用の光ディスク5の情報記録面へ集光される。情報記録面で反射して信号を得た出射光は先程の経路を逆に進行し、一部がホログラムビームスプリッタ9Cにより回折されて光検出器8Cの受光面へ集光され、電気信号に変換される。

【0023】このとき、開口制限素子1の $NA_1 = 0.45$ と $NA_2 = 0.60$ による円環領域に入射した波長 $\lambda_1$ の光は、往路で回折格子13により回折されて光ディスクへ集光した後、復路で再び回折格子13の光軸の軸対象となる位置、すなわち光軸の周りに2回の回転対称となる位置で回折される。回折格子の格子パターンが光軸の軸対象となる場合、往路でプラス次数で回折された光が復路でマイナス次数で回折されることにより、0次光となって直進光に重畳する。すなわち、波長 $\lambda_1$ の光を遮断する開口制限としての機能が低下する。

【0024】この問題を解決するため、回折格子13の平面パターンを、透過する光の光軸の周りに2回の回転対称性がないようにする。このように構成することにより、往路でプラス次数（マイナス次数）で回折された光と復路でマイナス次数（プラス次数）で回折された光が重なることがなく、開口制限素子の機能が低下せず好ま

しい。図2では、Y軸に対して軸対象となる回折格子パターン13としている。

【0025】第1の実施態様の開口制限素子では、例えば、カバー厚が $0.6\text{mm}$ のDVDの光ディスク用に設計された対物レンズ2をカバー厚が $1.2\text{mm}$ のCDの光ディスク用の記録・再生に用いた場合に残留する球面収差を、図3の点線で示す光路のように、対物レンズ2への入射光を発散光とすることにより対物レンズで発生する球面収差により相殺して低減しているが、開口制限素子1の $NA_1 = 0.45$ に相当する領域に収差補正面を形成してもよい。

【0026】開口制限素子1は、上述したようにDVD用の波長 $\lambda_2$ が変動しても、例えば、 $NA_2 = 0.60$ の領域において周辺領域と中心領域とで透過光の位相差が発生しないため、波長変動に伴う収差発生はなく、DVDの安定した記録・再生が実現できる。また、CD用の波長 $\lambda_1$ の入射光に対して、例えば $NA_1 = 0.45$ に開口制限されるため、ディスクのカバー厚の相違に伴い発生する球面収差が補正され、CDの安定した記録・再生が実現できる。

【0027】次に本発明の開口制限素子の第2の実施態様について説明する。第2の実施態様の開口制限素子には、波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ および $\lambda_3$ （ $\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$ ）の3つの光が入射する。開口制限素子は、その平面上の開口数 $NA_1$ の円形領域から開口数 $NA_2$ （ $NA_1 > NA_2$ ）の円形領域を差し引いて得られる円環領域に第1の回折格子が形成されている（これを、上記のように $NA_1$ と $NA_2$ による円環領域という）。さらに、開口制限素子は、開口数 $NA_2$ の円形領域から開口数 $NA_3$ （ $NA_2 > NA_3$ ）の円形領域を差し引いて得られる円環領域に第2の回折格子が形成されている（これを、同様に $NA_2$ と $NA_3$ による円環領域という）。

【0028】そして、第1の回折格子は、その断面形状が凹凸状で凹部と凸部との透過光の位相差が入射光の偏光状態に依存しない光学的均質材料からなり、かつその凹部と凸部との透過光の位相差が波長 $\lambda_1$ の整数倍である。

【0029】また、第2の回折格子は、その断面形状が凹凸状で凹部と凸部との透過光の位相差が入射光の偏光状態によって異なる複屈折材料からなり、かつその凹部と凸部との透過光の位相差が常光偏光に対しては実質的にゼロであり、異常光偏光に対しては波長 $\lambda_1$ の整数倍である。ここで、実質的にゼロとは、位相差が波長の3%以内であれば収差劣化が記録再生性能に影響しないためゼロとみなしてもよい。

【0030】このように構成することにより、単一の素子を用いて3波長それぞれに対し開口数の異なる開口制限素子が実現できるという効果を生ずる。

【0031】次に本発明の開口制限素子の第2の実施態様について、断面図を図4に、平面図を図5に示し、さ

らに詳しく説明する。例えば、使用波長 $\lambda_1 = 405\text{ nm}$ 帯でカバー厚 $0.1\text{ mm}$ のHD用の光ディスクに対して、良好な収差特性となるよう設計された開口数 $NA_1 = 0.85$ のHD用対物レンズを得る。この対物レンズを、例えば、使用波長 $\lambda_2 = 650\text{ nm}$ 帯でカバー厚 $0.6\text{ mm}$ のDVD用の光ディスクに開口数 $NA_2 = 0.60$ で用い、さらに、例えば、使用波長 $\lambda_3 = 780\text{ nm}$ 帯でカバー厚 $1.2\text{ mm}$ のCD用の光ディスクに開口数 $NA_3 = 0.45$ で用いるために、開口制限素子10を対物レンズと一体でアクチュエータに搭載して用

【0032】ガラス基板などの透光性基板11の表面の $NA_1$ と $NA_2$ による円環領域に、断面が凹凸の回折格子で格子深さが $d$ 、凹部と凸部の格子幅比が例えば1:1の回折格子13を形成する。回折格子13の凹部と凸部との透過光の位相差が波長 $\lambda_1$ に相当する。波長 $\lambda_1$ の入射光は直進透過し、波長 $\lambda_2$ と波長 $\lambda_3$ の入射光は回折され直進透過光成分は入射光に対して15%以下の開口制限素子となっている。

【0033】さらに、開口制限素子における開口数 $NA_2$ の中心領域の透過光の位相が、回折格子13の凹部および凸部のそれぞれの透過光の平均の位相と揃うように、位相調整層14が形成されている。ここでは、回折格子13の凸部の屈折率と位相調整層14の屈折率が等しい材料を用い、位相調整層14の厚さを断面が凹凸の格子深さ $d$ の半分にしている。

【0034】このような位相調整層14を設けることにより、波長 $\lambda_1$ の入射光が波長変動しても中心領域と周辺領域の透過光の位相差 $\phi$ はゼロとなる。

【0035】例えば、 $NA_2 = 0.60$ と $NA_3 = 0.45$ による円環領域には、以下に説明する偏光性回折格子15が形成されている。回折格子13の形成された透光性基板11の反対側の面に、常光屈折率 $n_o$ および異常光屈折率 $n_e$ の複屈折材料である高分子液晶層を形成する。ここで、液晶モノマーの溶液を透光性基板11上の配向処理の施された配向膜上に塗布し、液晶分子の配向ベクトル（分子配向軸）を透光性基板11と平行な面内の特定方向に揃うように配向させた後、紫外線などの光を照射して重合硬化させ高分子液晶層とする。

【0036】次に、高分子液晶層を断面形状が矩形的の凹凸格子に加工し、複屈折材料層の凹凸部の少なくとも凹部に常光屈折率 $n_o$ とほぼ等しい屈折率 $n_e$ の光学的均質材料からなる充填材17を充填することにより、偏光性回折格子15を形成する。ここで、高分子液晶層の凹凸の格子深さ $d_1$ を、常光屈折率 $n_o$ に等しい屈折率 $n_e$ の凹部の透過光と異常光屈折率 $n_e$ の凸部の透過光の位相差が波長 $\lambda_1$ に対して1波長相当の $2\pi$ となるよう、 $(n_e - n_o) \times d_1 = \lambda_1$ としている。

【0037】このように加工された偏光性回折格子15に、波長 $\lambda_1$ および波長 $\lambda_2$ の常光偏光（常光屈折率を

与える方向の偏光）が入射した場合、回折格子15の凸部である高分子液晶と凹部の充填材17との屈折率差はないため、回折されることなく直進透過する。

【0038】一方、波長 $\lambda_1$ および波長 $\lambda_2$ の異常光偏光（異常光屈折率を与える方向の偏光）が入射した場合、波長 $\lambda_1$ に対しては凹部と凸部の透過光の位相差が $2\pi$ となるため回折されることなく直進透過し、波長 $\lambda_2$ に対しては凹部と凸部の透過光の位相差は $2\pi \times (405/780)$ のため、ほぼ $\pi$ となり大半が回折される。

【0039】また、波長 $\lambda_1$ の異常光偏光が入射したとき、例えば開口数 $NA_1 = 0.85$ の領域内で、偏光性回折格子15が形成された円環領域と形成されていない領域で透過光の位相差が生じないように、凹凸の格子深さ $d_1$ の半分に相当する高分子液晶層を形成し、位相調整層16としている。図4の12および18は、後述するように透光性基板および位相板を表す。

【0040】ここで、回折格子13および回折格子15の平面パターンはいずれも、図5に示すように透過する光の光軸の周りに2回の回転対称性がないように設計されている。図5では、回折格子13をY軸に対して軸対象な分割格子パターンとし、回折格子15をX軸に平行とX軸に垂直な分割格子パターンとしている。図5の14は、位相調整層である。

【0041】さらに波長 $\lambda_1$ の光に対して位相差が $\pi/2$ の奇数倍となる位相板18が充填材17とガラスなどの透光性基板12に挟み込まれ一体化されている（図4）。このように、位相板を開口制限素子と一体化することが光ヘッド装置の小型軽量化の点から好ましい。位相板18としては、複屈折性を有する材料であればいずれも使用できる。例えば、高分子液晶、水晶などの光学結晶、一軸延伸により複屈折性を発現させたポリカーボネートなども使用できる。

【0042】このようにして得られた開口制限素子10の波長選択性の開口制限作用を図6に示す。波長 $\lambda_1$ の入射光は、図6の(a)に示すように、その偏光状態にかかわらず開口制限素子10の例えば、 $NA_1 = 0.85$ の領域を直進透過する。波長 $\lambda_2$ の常光偏光入射光は、図6の(b)に示すように、開口制限素子10の例えば $NA_2 = 0.60$ の領域を直進透過するが、 $NA_1 = 0.85$ と $NA_2 = 0.60$ による円環領域では回折されるため、 $NA_2 = 0.60$ の開口制限の機能を有する。

【0043】波長 $\lambda_3$ の異常光偏光入射光は、図6の(c)に示すように、開口制限素子10の例えば $NA_3 = 0.45$ の領域を直進透過するが、 $NA_1 = 0.85$ と $NA_3 = 0.45$ による円環領域では回折されるため、 $NA_3 = 0.45$ の開口制限の機能を有する。ここで、波長 $\lambda_1$ の $NA_1 = 0.85$ 領域の透過光および波長 $\lambda_2$ の $NA_2 = 0.60$ 領域の透過光はいずれも、回

折格子 13 と回折格子 15 の領域および  $NA_1 = 0.45$  の円形領域で位相差が生じないため、透過光の位相は揃っている。

【0044】この開口制限素子 10 を搭載した本発明の光ヘッド装置の例を図 7 に示す。半導体レーザ 3A から出射された、例えば波長  $\lambda_1 = 405 \text{ nm}$  帯の常光偏光が偏光ビームスプリッタ 71 で反射され、合波プリズム 61 を透過し、コリメートレンズ 4 により平行光となって開口制限素子 10 に入射する。例えば開口数  $NA_1 = 0.85$  に相当する光束が対物レンズ 2 により HD 用の光ディスク 5 の情報記録面へ集光される。情報記録面で反射され信号を含む出射光は先程の経路を戻って、開口制限素子 10 の図示しない位相板 (1/4 波長板) を往復して透過することにより常光偏光が異常光偏光となり、偏光ビームスプリッタ 71 を透過して光検出器 8A の受光面へ集光され、電気信号に変換される。

【0045】また、半導体レーザ 3B から出射された、例えば波長  $\lambda_2 = 650 \text{ nm}$  帯の常光偏光は、その一部がホログラムビームスプリッタ 9B を透過し、合波プリズム 62 を透過し、合波プリズム 61 で反射された後、コリメートレンズ 4 により集光されて開口制限素子 10 に入射する。例えば開口数  $NA_2 = 0.60$  に相当する光束が対物レンズ 2 により DVD 用の光ディスク 5 の情報記録面へ集光される。情報記録面で反射して信号を含んだ出射光は先程の経路を戻って、一部がホログラムビームスプリッタ 9B により回折されて光検出器 8B の受光面へ集光され、電気信号に変換される。

【0046】また、半導体レーザ 3C から出射された、例えば波長  $\lambda_3 = 780 \text{ nm}$  帯の異常光偏光は、その一部がホログラムビームスプリッタ 9C を透過し、合波プリズム 62 および合波プリズム 61 で反射され、コリメートレンズ 4 により集光されて開口制限素子 10 に入射する。ここで、例えば開口数  $NA_3 = 0.45$  に相当する光束のみが直進透過して対物レンズ 2 により CD 用の光ディスク 5 の情報記録面へ集光される。情報記録面で反射して信号を含んだ反射光は先程の経路を戻って、一部がホログラムビームスプリッタ 9C により回折されて光検出器 8C の受光面へ集光され、電気信号に変換される。

【0047】ここで、図示しない位相板 (1/4 波長板) を波長  $\lambda_1$  の常光偏光が往復することにより異常光偏光に変換されるが、波長  $\lambda_1$  および波長  $\lambda_2$  については、上記のような位相板の機能とならないため、位相板往復後の偏光はもとの偏光成分が多く含まれている。

【0048】第 2 の開口制限素子の実施態様では、例えば、カバー厚が  $0.1 \text{ mm}$  の HD 用の光ディスクに設計された対物レンズ 2 をカバー厚が  $0.6 \text{ mm}$  の DVD 用の光ディスクおよびカバー厚が  $1.2 \text{ mm}$  の CD 用の光ディスクの記録・再生に用いた場合に残留する球面収差を、図 7 の点線で示す光路のように、対物レンズ 2 への

入射光を発散光とすることにより低減しているが、例えば、 $NA_2 = 0.60$  または  $NA_3 = 0.45$  に相当する開口制限素子 10 の領域に収差補正面を形成してもよい。

【0049】開口制限素子 10 は、上述したように、HD 用の波長  $\lambda_1$  が変動しても、例えば  $NA_1 = 0.85$  の全領域において透過光の位相差が発生せず、DVD 用の波長  $\lambda_2$  が変動しても、例えば  $NA_2 = 0.65$  の領域で透過光の位相差が発生しないため、波長変動に伴う収差発生はなく、HD および DVD の安定した記録・再生が実現できる。また、CD 用の波長  $\lambda_3$  の入射光に対して、例えば  $NA_3 = 0.45$  に開口制限されるため、光ディスクのカバー厚の相違に伴い発生する球面収差が補正され、CD の安定した記録・再生が実現できる。上記において、複屈折材料として高分子液晶を用いた例を説明したが、複屈折性を有する材料であればいずれでも使用できる。例えば、 $\text{LiNbO}_3$  などの光学結晶や、一軸延伸により複屈折性を発現させたポリカーボネートなどの高分子材料も使用できる。

【0050】

【実施例】本実施例の開口制限素子 10 を、図 4 に示した断面図と図 5 に示した平面図を用いて説明する。屈折率  $n = 1.46$  の光学的均質材料 11 からなるガラス基板の一方の面における、開口数  $NA_1 = 0.85$  と  $NA_2 = 0.60$  による円環領域に、断面が凹凸の回折格子で格子深さが  $d = 880 \text{ nm}$ 、凹部と凸部の格子幅比が  $1:1$  の第 1 の回折格子 13 を形成した。回折格子 13 の格子パターンは、Y 軸対象になるように Y 軸に対して  $\pm 45^\circ$  傾斜した 2 分割パターンとしてエッチング加工した。このとき、波長  $\lambda_1 = 405 \text{ nm}$  の入射光に対して凹部と凸部の位相差は  $(n-1) \times d = 405 \text{ nm}$  となり、波長  $\lambda_1$  に等しい。

【0051】また、 $NA_2 = 0.60$  の円形領域は、回折格子 13 の凹部に対して高さが  $d/2 = 440 \text{ nm}$  になるように位相調整層 14 を加工した。次に、ガラス基板のもう一方の面に常光屈折率  $n_0 = 1.55$ 、異常光屈折率  $n_e = 1.65$  の高分子液晶層を形成し、 $NA_2 = 0.60$  と  $NA_3 = 0.45$  による円環領域には、断面が凹凸の回折格子で格子深さ  $d_1$  が  $\lambda_1 / (n_0 - n_e) = 4050 \text{ nm}$  の第 2 の回折格子 15 を形成した。この回折格子 15 は、凹部と凸部の格子幅比が  $1:1$  の直線状格子であり、図 5 に示すように、Y 軸の正の領域は X 軸平行に、Y 軸の負の領域は Y 軸平行になるよう 2 分割パターンをエッチング加工して作成した。

【0052】また、 $NA_1 = 0.85$  と  $NA_2 = 0.60$  による円環領域、および  $NA_3 = 0.45$  の円形領域は、回折格子 15 の凹部に対する高さが  $d_1 / 2 = 2025 \text{ nm}$  となるように位相調整層 16 を加工した。さらに、図 4 に示すように回折格子 15 の凹部および位相調整層 16 を屈折率  $n_0 = 1.55$  の光学的均質材料から



なる充填材 17 で充填するとともに、位相板 18 の形成された透光性基板 12 であるガラス基板を一体化して、開口制限素子 10 とした。このとき、第 2 の回折格子 15 において、波長  $\lambda_1$  の常光偏光入射に対しては  $n_1$  と  $n_1$  とが等しいため凹部と凸部の位相差はゼロとなり、波長  $\lambda_1$  の異常光偏光入射に対しては凹部と凸部の位相差は  $(n_1 - n_2) \times d_1 = 405 \text{ nm}$  のため波長  $\lambda_1$  に等しい。

【0053】ここで、位相板 18 は回折格子 15 に用いた高分子液晶層と同じ材料を用い、液晶分子の配向ベクトルの方向が回折格子 15 の高分子液晶の配向ベクトル方向と  $45^\circ$  の角度をなすように配向処理した。また、位相板 16 の厚さは波長  $\lambda_1$  に対して  $5\lambda_1/4$  波長板となるように  $(5\lambda_1/4)/(n_1 - n_2) = 5063 \text{ nm}$  とした。

【0054】位相板 18 は、位相板材料の屈折率波長分散を考慮すると、波長  $\lambda_1$  および波長  $\lambda_2$  の入射光に対してはほぼ  $\lambda/2$  波長板となるため、位相板を往復するとともにの偏光に近い直線偏光状態が維持される。

【0055】上記のように作製した開口制限素子 10 を HD 用の対物レンズと一体化して図 7 に示す光ヘッド装置に搭載した。波長  $\lambda_1 = 405 \text{ nm}$  の入射光に対してはその偏光状態に関わらず往路および復路において  $NA_1 = 0.85$  の開口として作用し、波長  $\lambda_2 = 650 \text{ nm}$  の常光偏光入射光に対しては  $NA_2 = 0.60$  の開口として作用し、波長  $\lambda_3 = 780 \text{ nm}$  の異常光偏光入射光に対しては  $NA_3 = 0.45$  の開口として作用した。

【0056】その結果、HD 用、DVD 用および CD 用それぞれの光ディスクの情報記録面に各波長の光が集光され、安定した記録・再生が実現した。また、ビームスプリッタ 71 として偏光性プリズムを用いることにより、波長  $\lambda_1$  の往路常光偏光をほぼ 100% 反射し、開口制限素子 10 を往復することで位相板 18 により直交化した復路異常光偏光を 95% 以上透過するため、光検出器 8A で効率よく信号光検出ができた。

【0057】

【発明の効果】本発明の開口制限素子では、その透過光の位相が、回折格子が形成されている素子周辺領域と回折格子が形成されていない素子中心領域で、等しくなるように位相調整層が形成されているため、両方の領域を透過する光の波長が変動しても位相差が発生しない。その結果、この開口制限素子を搭載した本発明の光ヘッド装置を用いれば、光ディスクにおける情報記録面保護用のカバー厚および対物レンズの NA が異なる複数種の光ディスクに対し安定した情報の記録・再生ができる。

【0058】また、本発明の開口制限素子に形成された回折格子は、その平面パターンが透過する光の光軸の周りに 2 回の回転対称性がないため、光ディスクで反射された復路の光に対しても開口制限作用が有効に働く。

【0059】また、開口制限素子に位相板が一体化され

ているため、光ディスクへの入射光と位相板を往復した反射光とで偏光状態を変化させることができる。例えば、波長  $\lambda$  に対して位相差が  $\pi/2$  の奇数倍となる位相板を一体化すれば、波長  $\lambda$  の往路偏光と復路偏光の偏光方向を直交化できるため、偏光性プリズムなどの偏光ビームスプリッタと組み合わせて光利用効率の高い信号光検出ができるとともに、半導体レーザへの戻り光が低下し、レーザ光発信を安定化させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施態様の開口制限素子の構造と、開口制限素子へ 2 種の波長の光が入射したときの光束と波面を示す図で、(a) 波長  $\lambda_1$  の光が入射したときの断面図、(b) 波長  $\lambda_2$  の光が入射したときの断面図。

【図 2】本発明の第 1 の実施態様の開口制限素子を示す平面図。

【図 3】本発明の第 1 の実施態様の開口制限素子を搭載した光ヘッド装置を示す構成図。

【図 4】本発明の第 2 の実施態様の開口制限素子の構造を示す断面図。

【図 5】本発明の第 2 の実施態様の開口制限素子を示す平面図。

【図 6】本発明の第 2 の実施態様の開口制限素子へ 3 種の波長の光が入射した場合の光束と波面を示す図で、

(a) 波長  $\lambda_1$  が入射したときの断面図、(b) 波長  $\lambda_2$  の常光偏光が入射したときの断面図、(c) 波長  $\lambda_3$  の異常光偏光が入射したときの断面図。

【図 7】本発明の第 2 の実施態様の開口制限素子を搭載した光ヘッド装置を示す構成図。

【図 8】従来の開口制限素子の構造、および光束と波面を示す図で、(a) 周辺領域に対して中心領域の位相が進む構成の断面図、(b) 周辺領域に対して中心領域の位相が遅れる構成の断面図。

【符号の説明】

1、10、30：開口制限素子

2：対物レンズ

3A、3B、3C：半導体レーザ

4：コリメートレンズ

5：光ディスク

6、61、62：合波プリズム

7：ビームスプリッタ

8A、8B、8C：光検出器

9B、9C：ホログラムビームスプリッタ

11、12：透光性基板

13：回折格子

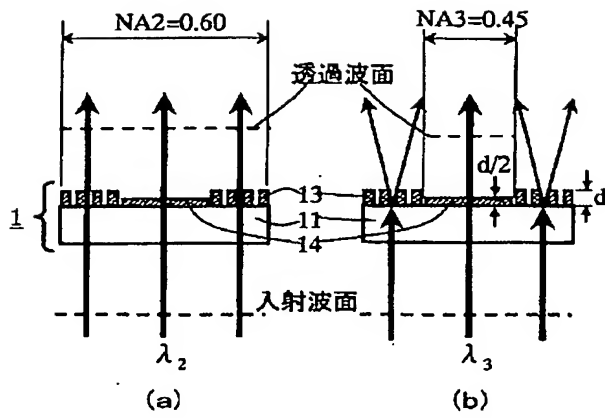
14、16：位相調整層

15：偏光性回折格子

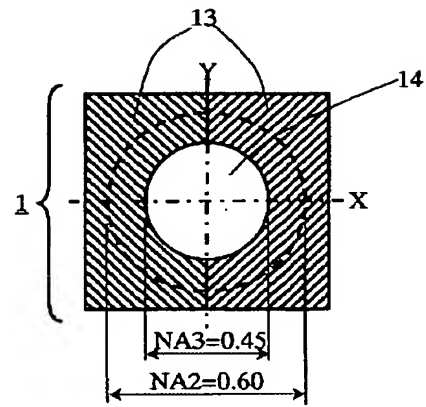
17：充填材

18：位相板

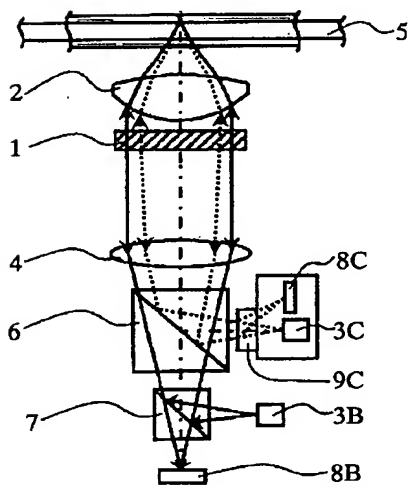
【圖 1】



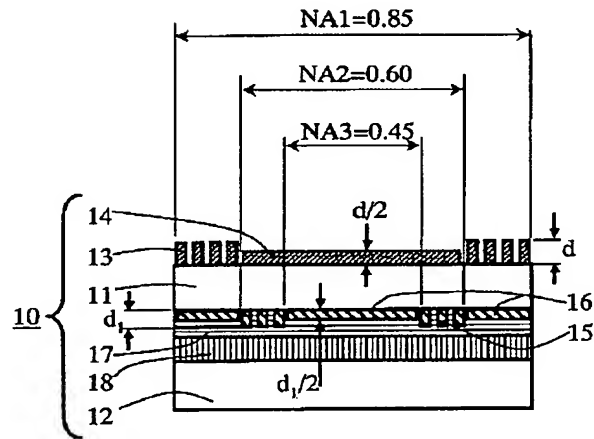
【圖 2】



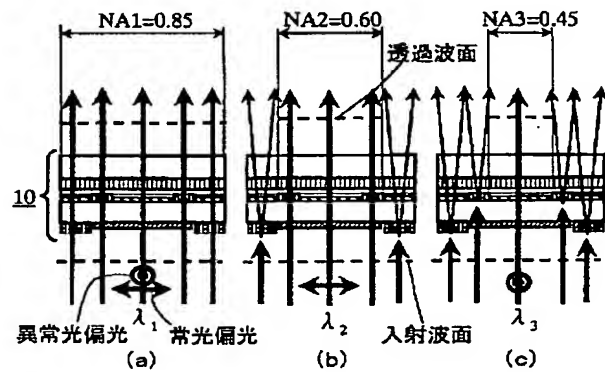
【圖 3】



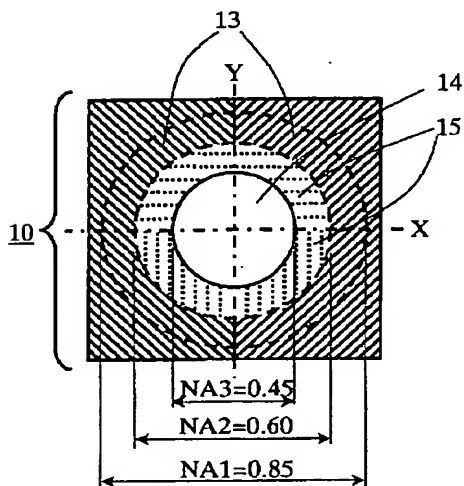
【圖 4】



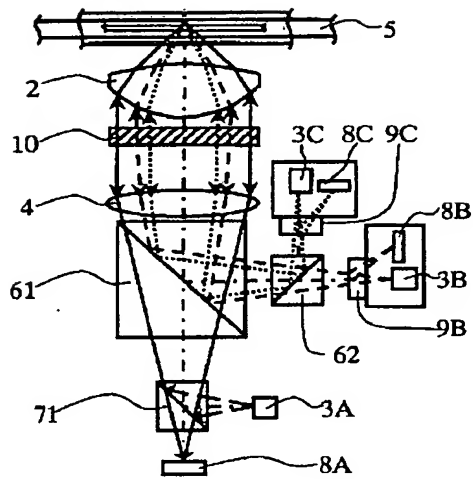
【圖 6】



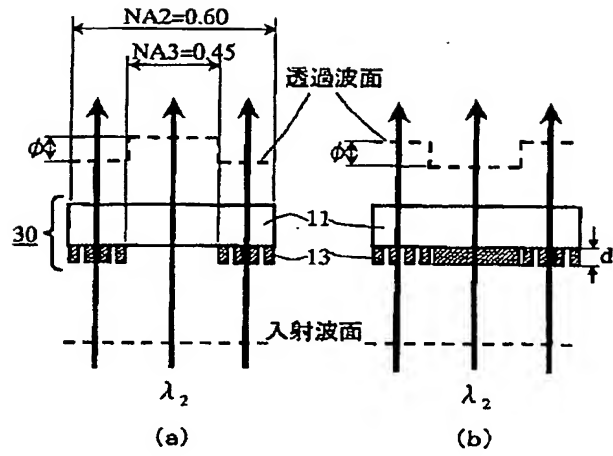
【圖 5】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5D119 AA01 AA05 AA11 AA22 AA41  
 BA01 BB01 BB02 BB03 DA01  
 DA05 EB02 EC01 EC35 EC37  
 EC45 EC47 FA05 FA08 FA30  
 JA09 JA12 JA14 JA27 JA31  
 JA57  
 5D789 AA01 AA05 AA11 AA22 AA41  
 BA01 BB01 BB02 BB03 DA01  
 DA05 EB02 EC01 EC35 EC37  
 EC45 EC47 FA05 FA08 FA30  
 JA09 JA12 JA14 JA27 JA31  
 JA57